



**Universidad
Zaragoza**

Trabajo Fin de Grado

Conocimientos actuales de los ajustes posturales anticipatorios para la práctica clínica de fisioterapia. Revisión sistemática

*Existing knowledge on anticipatory
postural adjustments into
physiotherapy clinical practice. A
systematic review*

Autor/es

Ainhoa Mateo Vivanco

Director/es

María Pilar Domínguez Oliván

Facultad Ciencias de la Salud
2018 - 2019

RESUMEN

Objetivo: Reunir los principales conocimientos de los últimos cinco años sobre los ajustes posturales anticipatorios (APAs) para su difusión y puesta en práctica en la fisioterapia.

Material y métodos: Se realizó una búsqueda bibliográfica de ensayos clínicos controlados y aleatorizados en *Pubmed*, *PEDro*, *Sport Discuss* y *Science Direct* con las palabras clave "APAs", "Physical Therapy" y "Parkinson" combinadas con los operadores booleanos AND y NOT. Se seleccionaron estudios publicados desde 2014 hasta la fecha. Para evaluar la calidad metodológica de los mismos se emplearon las escalas PEDro y Jadad.

Resultados: Tras reunir 151 artículos y aplicar los criterios de inclusión y exclusión, finalmente se analizaron 5 de ellos. Dichos artículos se clasificaron en tres grupos según la patología que presentaban los sujetos: traumatológica, neurológica o sin patología.

Conclusiones: Esta revisión sistemática concluyó que los ajustes posturales anticipatorios se preparan de forma inespecífica a nivel subcortical antes del movimiento. La corteza prefrontal es la encargada de inhibirlos hasta el momento adecuado para su liberación. El deterioro de estos ajustes provoca una disminución del desplazamiento del centro de presiones y del valor electromiográfico de los músculos partícipes en el movimiento. Se determina que una sesión de 30-60 minutos resulta eficaz para provocar cambios en dichos ajustes. Por otra parte, el dolor lumbar crónico implica un deterioro de los ajustes posturales anticipatorios, siendo un entrenamiento motor basado en el trabajo del equilibrio y repeticiones de ejercicios, junto con la estimulación magnética transcraneal la opción más eficaz para su tratamiento. La recurrencia de dicho dolor lumbar se puede deber a la persistencia de los APAs deteriorados tras el tratamiento.

Palabras clave: "Anticipatory postural adjustment", "Physical therapy", "Parkinson's disease".

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1. Estrategia de Búsqueda	10
3.2. Criterios de Inclusión	11
3.3. Criterios de Exclusión.....	11
3.4. Evaluación de la Calidad Metodológica.....	11
4. RESULTADOS	13
4.1. Ensayos cuyos participantes presentan una patología traumatológica:	14
4.2. Ensayos cuyos participantes presentan una patología neurológica: ...	16
4.3. Ensayos cuyos participantes no presentan patología alguna:	17
5. DISCUSIÓN	19
5.1. Limitaciones del Estudio.....	26
6. CONCLUSIONES	27
7. TABLAS Y FIGURAS	29
BIBLIOGRAFÍA	38

1. INTRODUCCIÓN

El control postural es la capacidad de controlar la posición del cuerpo para lograr una orientación y estabilidad en el mantenimiento del centro de masas corporal (CMC) dentro de los límites de la base de apoyo durante las actividades estáticas y dinámicas (1). Se mantiene una relación adecuada entre los segmentos corporales, así como entre el cuerpo y el entorno para una tarea (2). Dicha relación se explica por la *Teoría de los Sistemas Dinámicos*, que comprende tarea, entorno y factores individuales. El control postural que se debe adoptar en cada caso vendrá determinado por el tipo de tarea (movilidad, estabilidad...) y será el entorno el que influya en la actividad postural que se va a llevar a cabo según la información sensorial y las áreas de apoyo disponibles.

En el ser humano, el control postural está compuesto por tres sistemas diferenciados denominados sensorial, cognitivo y motor (3). El sistema sensorial incluye las aferencias somato sensoriales, visuales, vestibulares y su procesamiento. Su función es recibir estímulos del entorno, mantener el CMC dentro de la base de sustentación y mantener el equilibrio ante las posibles alteraciones del mismo (1). Serán los factores vestibulares los que se encarguen de informar de la posición y aceleraciones de la cabeza respecto al tronco. El visual recoge información sobre la velocidad del desplazamiento del entorno y el somato sensorial sobre la velocidad de estiramiento del huso neuromuscular o del órgano tendinoso de Golgi. Gracias a esa información se genera un control postural y nos podremos adaptar a las nuevas situaciones.

Por su parte, el sistema cognitivo es el encargado de regular la atención que dedicamos a mantener la posición durante la tarea. En situaciones normales el control postural es automático, por lo que no necesitamos estar pendientes de mantenerlo, pero sí cuando nos centramos en otros elementos de la tarea (2). Cuando esta atención disminuye, ya sea por la focalidad en otros elementos o por déficits que impiden mantener una correcta atención, el control postural se ve afectado y puede llegar a disminuir, dando lugar a alteraciones o disfunciones del equilibrio.

Por último, el sistema motor como sistema efector se compone de elementos musculoesqueléticos, estrategias de equilibración y elementos motores. La mayor parte de las tareas implican el trabajo de los tres elementos (2). Los componentes estructurales, longitud, fuerza y tono muscular de los diferentes grupos musculares constituyen los elementos musculoesqueléticos. Todos ellos son muy importantes para mantener el tono postural adecuado según la actividad postural que se lleve a cabo. Por otra parte, las estrategias de equilibración son reacciones de enderezamiento que actúan sobre la base de sustentación ajustándola cuando se produce un desplazamiento. Los elementos motores se encargan de la secuenciación en el espacio-tiempo y la temporización. La temporización se lleva a cabo mediante el trabajo proactivo o ajustes de tensión muscular previos al movimiento (APAs), el mantenimiento o equilibrio de una posición concreta y el trabajo reactivo o ajustes posteriores al movimiento (CPAs), donde el desplazamiento será mayor que en las estrategias proactivas (2).

Los ajustes posturales son acompañamientos posturales que prevén el efecto del movimiento para minimizar la alteración que este produce (4). Como hemos visto, dichos ajustes pueden ser anticipatorios (APAs) o compensatorios (CPAs). Los ajustes posturales compensatorios tienen lugar durante el movimiento y se encargan de estabilizar los segmentos corporales. Su activación constituye el trabajo reactivo, de forma que si el cuerpo se mueve fuera de la amplitud definida como alineación ideal, se requiere un mayor esfuerzo y activación muscular para recuperar una posición estable. Por su parte, los ajustes posturales anticipatorios se producen antes del movimiento y son ajustes posturales tempranos que constituyen el trabajo proactivo. Se trata de pequeñas contracciones de grupos musculares que no intervienen directamente en el movimiento. Esta activación se produce de forma automática e inconsciente, por ello requiere de una interiorización de la información y experiencia previas (1,5).

Los ajustes posturales anticipatorios son una manifestación de la capacidad del SNC para predecir y anticipar las consecuencias mecánicas inducidas por perturbaciones de la postura en movimientos voluntarios. Dichas perturbaciones pueden ser externas o internas. En cualquiera de los casos los APAs son respuestas automáticas de anticipación, proactivas, que buscan

reestablecer el equilibrio. Si la persona no puede restablecer el equilibrio se ponen en marcha unas reacciones reactivas que, si por ejemplo se encuentra en bipedestación, se ponen de manifiesto dando un paso con cualquiera de las piernas. De esta forma se amplía el CMC y se mantiene el equilibrio más fácilmente. Cuando esto ocurre indica que las otras estrategias (APAs) han fallado y no han sido capaces de mantener la posición del cuerpo (6).

Una de las principales estructuras cerebrales que participa en la programación de los APAs es el cerebelo. La forma en la que participa el cerebelo en los ajustes posturales es a día de hoy un motivo de controversia en el ámbito de la neurociencia, porque se desconoce si su función se centra más en el almacenamiento e integración de la señal adaptativa o en la integración y dirección de dicha señal hacia el tronco del encéfalo, lugar donde se almacena. Sin embargo la importancia del mismo es clara, ya que son las células de *Purkinje* ubicadas en los lóbulos floculo-nodulares del cerebelo las encargadas de recibir señales de las neuronas sensitivas del laberinto vestibular y de mandar a su vez una señal inhibitoria a los núcleos vestibulares del tronco del encéfalo. Estos núcleos reciben al mismo tiempo una señal excitatoria de las neuronas del laberinto, de forma que la ganancia del reflejo vestíbulo-ocular podía ser regulada de forma adaptativa mediante la modificación de la actividad de las vías excitatoria directa e inhibitoria refleja. Aún con todo esto, se desconoce la forma exacta en la que se controla dicha regulación. (4).

La disfunción postural es uno de los factores más limitantes de la población con problemas neurológicos, incluido el dolor, ya que restringe el alcance de habilidades y reduce la participación en las actividades de la vida diaria (AVDs) (1). En situaciones normales, los ajustes posturales anticipatorios son muy pequeños, en cambio las personas con alteraciones neurológicas o biomecánicas no son capaces de desarrollar este tipo de estrategias de la misma forma, por lo que su equilibrio está amenazado (5). En ellos estos ajustes ocurren más tarde, cuando el desplazamiento es mayor y por tanto requiere una mayor contracción muscular para su control (2).

La fisioterapia neurológica trata patologías del sistema nervioso central (SNC) y periférico (SNP) que producen disfunciones del movimiento, la postura y/o

el equilibrio (7). Dichas disfunciones suponen una gran disminución de la autonomía personal. El número de personas que sufren este tipo de patologías va en aumento y, por tanto, se demanda una labor científica mayor. El objetivo desde la fisioterapia neurológica es mejorar la autonomía e independencia de los pacientes trabajando los síntomas propios de cada patología, con el fin de mejorar la calidad de vida de los pacientes, así como su funcionalidad (8).

En todo tratamiento rehabilitador es fundamental la actuación conjunta de diferentes disciplinas (fisioterapia, terapia ocupacional, psicología, medicina, logopedia, enfermería, entorno...) y es básico que todas ellas entiendan el concepto global antes descrito desde su ámbito. Lo primero es el análisis del movimiento y la alteración del mismo basado en el control postural necesario para el desarrollo de una tarea (9). Se considera al individuo de una manera global y, por tanto, hay que tener en cuenta las capacidades cognitivas, perceptivas y adaptativas del paciente.

La lesión o daño neurológico afecta a cada persona de una forma distinta, por lo que cada tratamiento debe ser individualizado y adaptado a las necesidades del paciente. Se trata de una tarea muy importante, puesto que una correcta rehabilitación de los APAs permite al paciente un correcto control postural, disminución de la probabilidad de caída y abre la puerta a la posibilidad de rehabilitar adecuadamente numerosas tareas voluntarias y AVDs. En los últimos años han aparecido nuevos conceptos e ideas enfocados al trabajo de estos ajustes desde la fisioterapia neurológica. Sin embargo, se trata de un campo muy amplio y relativamente poco conocido, lo que implica una oportunidad ideal para la investigación y la experimentación de las diferentes técnicas y métodos en las distintas patologías neurológicas. Obteniendo más información y sintetizándola sería mucho más evidente y consensuado el trabajo de los fisioterapeutas, para la rehabilitación de los ajustes posturales anticipatorios en aquellos pacientes neurológicos que lo requieran.

Una síntesis rigurosa se obtiene a través de la revisión sistemática, un tipo de trabajo científico que presenta uno de los mayores niveles de evidencia científica. Se trata de una "síntesis de la evidencia disponible" (10) que permite la actualización de los conocimientos de quien lo lee de una forma

mucho más rápida. Busca recabar, resumir y comparar toda la información publicada sobre un tema en concreto. Este tipo de artículo se basa en otros ya publicados que, por norma general, presentan un alto nivel de evidencia científica. De esta forma, la revisión sistemática aporta una visión global del tema basándose en artículos de calidad y proporciona así “una base racional para la toma de decisiones en salud” (10). En el caso del trabajo que aquí se presenta, se trata de hacer una revisión sistemática de los conocimientos actuales sobre los ajustes posturales anticipatorios. (10).

2. OBJETIVOS

- Extraer a partir de publicaciones relevantes de los últimos cinco años conocimientos actualizados sobre los ajustes posturales anticipatorios (APAs) en adultos.
- Recabar información sobre los principios a seguir en la práctica clínica de los APAs en fisioterapia.
- Resumir las conclusiones de dichas investigaciones.
- Facilitar la difusión de estos conocimientos entre los fisioterapeutas.
- Aplicar las conclusiones en el marco práctico de la fisioterapia.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Estrategia de Búsqueda

Para realizar esta revisión sistemática se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos en los que se provocaba, medía o estudiaba la aparición de los ajustes posturales anticipatorios tanto en personas sanas como con alguna patología. El objetivo es emplear los resultados obtenidos para el tratamiento fisioterápico de los APAs en personas con algún tipo de disfunción neurológica que afectara a dichos ajustes. La búsqueda se realizó en las bases de datos *PubMed*, *PEDro*, *Sport Discuss* y *Science Direct*. Dicha búsqueda tuvo lugar durante los meses de Febrero y Marzo de 2019.

Las palabras clave o descriptores de la búsqueda fueron "*Anticipatory postural adjustment*", "*Physical therapy*" y "*Parkinson's disease*". Estas palabras se combinaron con los operadores booleanos AND y OR, de forma que la estrategia de búsqueda empleada en todas las bases de datos fue: "*APAs*" AND "*physical therapy*" NOT "*parkinson*". Se añadió la parte final del Parkinson ya que durante la primera búsqueda se encontraron numerosos artículos que estudiaban los ajustes posturales anticipatorios en pacientes con esa patología, aunque esta revisión no busca centrar el estudio de los APAs en ninguna patología específica.

En todas las búsquedas se estableció un límite de cinco años de antigüedad en la publicación de los artículos (2014-2019). Además, los estudios debían tratar de pacientes adultos. La Tabla 1 muestra los resultados de la búsqueda bibliográfica en las bases de datos mencionadas con las características arriba comentadas.

Se realizó una revisión de los títulos y resúmenes de los artículos aportados por la estrategia de búsqueda y se eliminaron los duplicados (Tabla 2). Además, la Figura 1 muestra el esquema de flujo para la selección de artículos llevada a cabo hasta este punto.

3.2. Criterios de Inclusión

Se incluyeron los artículos que cumplían:

- Ensayos clínicos aleatorizados y controlados.
- Publicados desde 2014 hasta 2019.
- Publicados en inglés o español.
- Calidad del estudio en la escala *Pedro* ≥ 5 .
- Calidad metodológica en la escala *Jadad* o sistema de puntuación de calidad de *Oxford* ≥ 3 .

3.3. Criterios de Exclusión

No se incluyeron en esta revisión:

- Cualquier estudio que no fuera ensayo clínico aleatorizado y controlado.
- Aquellos artículos no accesibles a texto completo.
- Artículos que no tuvieran una definición correcta de las variables del estudio.

Se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión a los artículos preseleccionados, con lo que se obtuvieron los artículos para revisar a texto completo. La Figura 2 expone el procedimiento realizado para la selección final de los artículos.

3.4. Evaluación de la Calidad Metodológica

Los artículos seleccionados tras comprobar los criterios de inclusión y exclusión ($n = 16$) fueron evaluados a través de dos escalas, la escala *Pedro* (11) y la escala *Jadad* (12). Ambas evalúan la calidad metodológica del artículo. La escala *Pedro* es específica para los ensayos clínicos aleatorizados y controlados. En este caso se pasó esta escala a todos los artículos previamente seleccionados, ya que no había ninguno que no cumpliera dicho requisito. Además, la escala *Jadad* o sistema de puntuación de calidad de *Oxford* evalúa la calidad metodológica de cada uno de los ensayos.

La escala *Pedro* consta de 11 ítems que valoran el rigor científico, el primero de los cuales no se cuenta para la puntuación total (11). Es por esto que se calcula sobre un máximo de 10 puntos. Se valoran los criterios de selección, asignación aleatoria de los sujetos, ocultación de la asignación, comparabilidad inicial, cegamiento de los sujetos, cegamiento de los terapeutas, cegamiento de los evaluadores, seguimiento adecuado, análisis por intención de tratar, análisis entre grupos, medidas de variabilidad y puntuación. Para poder considerar que el artículo valorado es apto, debe tener una puntuación final de al menos 5. El análisis de los artículos seleccionados y sus resultados se muestran en la Tabla 3.

Por su parte, la escala *Jadad* consta de 5 ítems (12). Se evalúa la calidad metodológica de cada uno de los ensayos clínicos de forma individual, por lo que se calcula sobre un máximo de 5 puntos. Se valora la aleatorización del estudio, su adecuación, el nivel de cegamiento, así como si este es correcto o suficiente y las pérdidas de seguimiento o el abandono. Para considerar que el artículo evaluado presenta una calidad metodológica suficiente o adecuada debe tener al menos una puntuación de 3 sobre 5. La Tabla 4 muestra el análisis de los artículos (n = 16) según la escala *Jadad* y sus resultados. Según la escala *Oxford*, se considera que los artículos con una puntuación igual o mayor a 3 presentan un nivel de evidencia *1b* al ser todos ellos ensayos clínicos aleatorizados individuales con intervalos de confianza estrechos. Esta asignación se corresponde con un grado de recomendación *A* por la misma escala, siendo este el nivel de evidencia más alto de los posibles.

4. RESULTADOS

Una vez realizada la búsqueda bibliográfica en *PubMed*, *PEDro*, *Sport Discuss* y *Science Direct* se obtuvieron 151 artículos inicialmente válidos, de los cuales 13 se obtuvieron de *PubMed*, 26 de la base de datos *Sport Discuss*, 3 de la base de datos *PEDro* y 109 de *Science Direct*.

Tras los excluidos por título, resumen y eliminar duplicados quedaron 28 artículos a los que se les aplicaron los criterios de inclusión y exclusión. Antes de estudiar el nivel de evidencia científica mediante las escalas, quedaban 16 artículos que pasaron el resto de los criterios de inclusión y exclusión. Al pasar la escala *Pedro* todos los artículos tuvieron una puntuación final de al menos 5, por lo que no se descartó ninguno de ellos. Solo 5 de los 16 artículos tuvieron una puntuación mayor o igual a 3 en la escala *Jadad*. Dos de estos artículos se obtuvieron en *Pubmed*, dos en *Science Direct* y uno en *PEDro*. Las características y los resultados más importantes de cada uno de estos artículos se muestran en la Tabla 5.

Los 5 artículos incluidos en esta revisión sistemática tenían en común que los participantes eran todos adultos de edades comprendidas entre 18 y 67 años; ningún artículo trabajó con niños o ancianos. Además, la mayoría de ellos coincidieron en tener entre los criterios de exclusión: déficit cognitivo o neurológico, problemas ortopédicos, embarazo actual o reciente (menos de 6 meses) entre otros. De la misma forma, la mayor parte de los artículos compartían ciertos criterios de inclusión como: independencia en la bipedestación y la marcha con o sin ayudas técnicas, capacidad de comprensión y seguimiento de las instrucciones y, en caso de tratar con pacientes con una deficiencia determinada, ha de ser una patología de evolución (3-12 meses según el artículo) y recurrente.

Todos los artículos analizados dividieron a los participantes en al menos 2 grupos a los que se les realizaron diferentes pruebas o intervenciones. La duración de las sesiones de tratamiento fue de entre 30 y 60 minutos según el artículo.

Respecto a los instrumentos de medida todos los artículos coincidieron en emplear la electromiografía (EMG). Este aparato les permitía registrar la

activación de músculos como el tibial anterior (TA), peroneo largo (PL), semitendinoso (ST) y otros que varían según lo que estudiaba cada artículo en los diferentes movimientos o tareas. Asimismo, tres de los cinco artículos usaron una plataforma de fuerza para estudiar el desplazamiento del centro de presiones durante los movimientos en cuestión.

Según la patología que presentaban los pacientes de cada estudio, se clasificaron los 5 artículos en diversos grupos que son los siguientes:

4.1. Ensayos cuyos participantes presentan una patología traumatológica:

En 3 de los 5 artículos revisados los participantes presentaron una disfunción del miembro inferior. Dos de ellos sufrían dolor lumbar crónico recurrente, mientras que en el artículo restante presentaban inestabilidad de tobillo.

- Lomond *et al.* (16) realizaron un estudio con el evaluador cegado. Trabajaron con 33 personas con dolor lumbar crónico recurrente no específico y 15 sin dolor. Aquellas que sufrían la patología fueron divididas en 2 grupos, uno que recibió tratamiento de estabilización lumbar (STB) y otro que buscaba lograr patrones de movimiento sin dolor (MSI). Se midieron los APAs antes de la intervención y después de la misma (7 semanas) mediante las tareas voluntarias ULR y SLR. Los 33 participantes mostraron deficiencias en los APAs para esas tareas antes de la intervención. Ambos grupos mostraron un mayor porcentaje de F_z al inicio de las dos tareas tras el tratamiento. De la misma forma, ambos grupos obtuvieron una mejoría significativa ($p > 0.05$) en la puntuación para ODI (*modified Oswestry disability*) y NPR (*numeric pain ratings*) después de la intervención.

Las personas sin dolor lumbar no recibieron tratamiento y solo se les valoró al inicio del estudio. Estos 15 participantes fueron emparejados con otros 15 que sí presentaban dolor lumbar crónico, de forma que presentaban las mismas características antropométricas individualmente 1:1. Se obtuvo una mayor amplitud ($p > 0.05$) F_z en la plataforma de fuerza y un inicio

contralateral para la tarea ULR (*unsupported leg raise*) frente a la SLR (*supported leg raise*) en los pacientes sanos, sin ser significativo el valor de F_z al inicio de la tarea entre ambos grupos. Se observó un valor menor en la EMG del TA izquierdo para los participantes con LBP durante la fase PRE frente a los participantes sanos. Asimismo, durante la fase MOVE las personas con LBP (dolor lumbar crónico) presentaron un valor mayor en la EMG bilateral de los músculos OE (oblicuo externo), ES (erector de la columna), OI (oblicuo interno) y RA (recto abdominal) que los participantes sin LBP.

- Massé-Alarie *et al.* (22) realizaron un ensayo clínico con 21 personas que presentaban o no dolor lumbar crónico recurrente. El grupo experimental (RPMS) recibió TMS en el área primaria de la corteza motora contralateral al multífido (MF) deteriorado. Por su parte, el grupo control (*sham*) no recibió TMS, pero ambos grupos realizaron un entrenamiento motor domiciliario diario basado en contracciones isométricas de los MF lumbares profundos. Se les evaluó antes y después del tratamiento mediante movimientos focales y de tronco y se realizó un seguimiento de 1 mes.

El grupo *sham* presentó un APA más rápido ($p > 0.05$) para la tarea de flexión bilateral de hombro tras el tratamiento. El grupo RPMS presentó un APA del ST más rápido ($p > 0.05$) en la tarea de extensión unilateral de cadera después de la intervención. Además, este grupo obtuvo una mayor proporción ($p > 0.05$) del MF estimulado para la flexión y extensión de tronco tras el tratamiento. Respecto a las escalas y/o cuestionarios, el grupo RPMS tras el tratamiento obtuvo una mayor puntuación en SCIF (cuestionario de actividad física global), menor en ODI, mayor en PSFS (escala funcional específica del paciente) y no hubo diferencia en TSK (escala de kinesiofobia de Tampa). Se observó una reducción del dolor posterior a la primera sesión y del dolor promedio al finalizar el tratamiento.

- Conceição *et al.* (18) realizaron un estudio de ciego simple con 44 participantes que presentaban o no inestabilidad crónica de tobillo. El grupo experimental (GT) recibió una sesión de entrenamiento del equilibrio que duró 30 minutos, mientras que el grupo control (GC) no recibió tratamiento y descansó ese tiempo. Ambos grupos realizaron una tarea estática y otra dinámica como medida de los APAs antes y después de la intervención.

Previo a la intervención no se encontraron diferencias significativas entre los grupos ($p > 0.05$) para las variables estudiadas. El grupo GT presentó una disminución del desplazamiento del centro de presiones (CP) en la tarea estática con ojos abiertos y en la tarea dinámica después del tratamiento. No se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) para el grupo control en las tareas realizadas antes y después de la intervención. Por su parte, se obtuvo un menor valor de EMG en el GT para el periodo CPA1 (intervalo previo al golpe del balón y posterior a la aparición de los APAs) en los músculos dorsales y ventrales del miembro inferior tras el tratamiento; mientras que el GC solo disminuyó el valor de la EMG para ese periodo en los músculos ventrales. También se observó un valor mayor en la EMG del TA y del PL para el periodo CPA2 (intervalo posterior al golpe del balón) en el grupo GT después del entrenamiento.

4.2. Ensayos cuyos participantes presentan una patología neurológica:

Solo en 1 de los 5 artículos analizados los participantes presentaban una patología neurológica, en este caso ACV hemiparético crónico.

- Lee *et al.* (25) realizaron un ensayo clínico con 28 participantes que se dividieron en dos grupos de 14 personas cada uno. El grupo control (GC) recibió un tratamiento de estabilización convencional y el grupo experimental (DNS) recibió un tratamiento de estabilización dinámica neuromuscular. El tratamiento duró 4 semanas y tuvo un seguimiento de 2 años. Se pasaron diversas escalas y se midió el tiempo de inicio del

movimiento y el tiempo de APA para determinados músculos mediante EMG antes y después de la intervención.

El tratamiento DNS resultó más efectivo para mejorar los APAs. Ese grupo obtuvo un tiempo menor de APA para todos los músculos, excepto uno después del tratamiento, así como valores mayores en la EMG del TrA (transverso del abdomen) o del OI, más grosor muscular y estabilidad central. Se observó una disminución del miedo a caídas y una menor puntuación en FES del grupo DNS tras la intervención que se mantenía a los 2 años de seguimiento.

4.3. Ensayos cuyos participantes no presentan patología alguna:

En 1 de los 5 artículos revisados los participantes no presentaban disfunción alguna.

- Watanabe *et al.* (20) realizaron un estudio con 13 participantes sanos, de los cuales 12 fueron asignados aleatoriamente al grupo GNG (go/no-go) o CRT (*choice reaction time*) y uno se trató como control del experimento. Todos los participantes realizaron 13 bloques de tareas, el 25% de las cuales se presentaron con un estímulo auditivo alto (LAS) simultáneo al estímulo visual. El grupo GNG no debía mover la pierna si aparecía una flecha hacia abajo, el grupo CRT debía mover la pierna en cualquier caso y el control no debía mover en ningún caso.

Se observó un aumento marcado del valor de la EMG del TA y un desplazamiento posterior y mediolateral del CP hacia la pierna de *swing* en todos los casos, excepto para el caso control. Se produjo una activación inconstante y variable del esternocleidomastoideo (SCM) en todos los casos. También se detectaron inicios inapropiados y errores de los APAs en todos los casos, con y sin LAS, siendo mayores para ambos grupos cuando estaba presente el estímulo auditivo. En presencia de LAS se obtenía un valor menor de EMG del TA, ya fuera con o sin error de los APAs. Sin embargo, en ausencia de LAS el valor de EMG del TA era menor cuando había error de APA que sin error. El estímulo auditivo

reduce el tiempo de reacción, siendo aún menor cuando se produce un error del APA.

5. DISCUSIÓN

En este estudio, en el que se ha realizado una revisión sistemática de los ajustes posturales anticipatorios, se han empleado 5 artículos ya analizados en el anterior apartado. Estos artículos presentan una puntuación mayor o igual a 5 en la escala *Pedro* y mayor o igual a 3 en la escala *Oxford*, por lo que tienen una alta calidad metodológica. La muestra de población del estudio va de los 18 a los 67 años, de forma que ningún autor trabaja o evalúa los ajustes posturales anticipatorios en niños o ancianos. Como se expone en los resultados, la mayoría de los artículos coinciden en ciertos criterios de inclusión y exclusión. Esto se debe a que es esencial que los pacientes sean capaces de entender, seguir y realizar las órdenes y tareas que se les propone de una forma autónoma y completa. Así se excluyen aquellos pacientes con déficit cognitivo, incapaces de seguir instrucciones, con imposibilidad para mantener la bipedestación, para andar o para realizar cualquier otro movimiento requerido en alguna de las tareas que se proponen en los artículos.

La mayor parte de los artículos analizados dividen su población en al menos dos grupos, de forma que se trata un grupo como experimental y otro como control. En todos los casos las sesiones de tratamiento duran entre 30-60 minutos, lo que nos lleva a pensar que es tiempo suficiente para que las actividades propuestas actúen sobre los APAs, mejorándolos. Al tratarse de movimientos involuntarios previos al movimiento voluntario, la EMG es la mejor forma para medir los tiempos de aparición y duración, así como los músculos en los que se activan. Por su parte, el centro de presiones medido a través de una plataforma de fuerza da información sobre el equilibrio y la oscilación del cuerpo previo, durante y posterior a la activación de los APAs. Dicha información se contrasta con la EMG, obteniendo cómo y cuánto tarda en compensarse el movimiento asociado a la activación de los ajustes posturales anticipatorios.

Basándonos en cinco estudios que cumplen todos los criterios de inclusión y se entiende que el entrenamiento motor mejora el deterioro de los APAs provocado por otra causa externa.

En tres de los cinco estudios se demuestran mejorías significativas de los APAs con una patología traumática respecto de las mediciones previas a la intervención y a las del grupo control. Como se observa en los resultados, Lomond *et al.* (16) demostraron que las personas con LBP presentan un deterioro de los APAs, el cual se manifiesta con un aumento de la fuerza en la pierna contralateral tanto para la tarea SRL (*supported leg raise*) que requiere APA, como URL (*unsupported leg raise*) que no requiere APA. Esto implica que los sujetos con LBP emplean la misma estrategia de control postural para cualquier tarea. Tanto el tratamiento con SBT como con MSI fueron incapaces de modificar dicha fuerza o carga. Sí se observó un retraso en el tiempo de carga en aquellos que fueron tratados con SBT, sin ser este diferente entre ambas tareas. Todo ello nos lleva a afirmar la ineficacia de ambos tratamientos para modificar la estrategia del APA y para adaptar la carga en función de los requisitos de la tarea en sí (SRL y URL). Además, los valores electromiográficos fueron similares en ambos tratamientos, demostrando así que ninguno fue mejor para modificar los patrones de activación muscular utilizados en la fase PRE o MOVE. La tarea SLR requiere de la aparición de APAs, lo que permite contrastar los resultados con los sujetos sin LBP. Se encuentra así que durante esa tarea un 8'9% de dichos sujetos disminuye la carga contralateral, mientras que los sujetos con LBP no la disminuyen. Todo ello nos lleva a corroborar la idea de que las personas con LBP son incapaces de diferenciar los requisitos de cada tarea (APA y no APA) ya que siempre cargan en la extremidad contralateral. Por otra parte, este estudio demuestra que los pacientes con LBP tienen una predisposición a la recurrencia de dicho dolor, ya que el deterioro de los APAs se mantiene después del tratamiento, a pesar de las mejoras clínicas. La incapacidad de las personas con LBP para adaptar la estrategia de movimiento a las necesidades de cada tarea es un factor de riesgo para la recurrencia de dicha patología.

A pesar de que el tratamiento con STB provocó un cambio de la fuerza contralateral y aumentó la activación muscular en la fase MOVE, los cambios fueron similares en todas tareas. Para la tarea SRL, dichos cambios fueron contrarios a la variación que presentaron las personas sin LBP. Todo ello significa que los cambios en el control motor que aparecen tras el tratamiento

implican un cambio global en la estrategia de movimiento, pero no una modificación específica del APA en sí. Por todo ello, los tratamientos basados en SBT o MSI no permiten que el paciente adapte su control postural para aquellas tareas que no hayan sido entrenadas en el tratamiento. Los cambios provocados en las estrategias de movimiento son inespecíficos e inadecuados para determinadas tareas. Si bien es cierto que Lomond *et al.* (16) no realizaron un seguimiento, la mayoría de los resultados no son significativos y se desconoce si los cambios se mantienen en el tiempo. El deterioro de los APAs en personas con LBP se debería trabajar con tratamientos que incluyan una mayor variedad de ejercicios, de forma que sea el entrenamiento el que permita el aprendizaje del control postural para cualquier tarea y no solo para algunas.

Por su parte, Massé-Alarie *et al.* (22) realizó un novedoso tratamiento basado en la estimulación magnética transcraneal. Lo aplicaron sobre el área primaria de la corteza motora contralateral al lado del músculo multífido deteriorado. El grupo control (*sham*) recibió una estimulación placebo. Ambos completaron la intervención con un programa de ejercicios domiciliarios como Lomond *et al.* (16), lo que implica un mejor pronóstico de los resultados y una intervención más completa para mejorar los APAs. Los ejercicios que proponen como entrenamiento motor se basan en la repetición de contracciones mantenidas de los músculos específicos. Tras la primera sesión se detectó una disminución significativa del dolor y de la discapacidad en el grupo RPMS, de forma que el índice de ODI, la escala PSFS y el cuestionario SCIF mejoraron su puntuación. La reducción del dolor se mantuvo una semana después de la intervención, por lo que puede que múltiples sesiones de TMS combinado con el entrenamiento motor consigan una disminución mantenida del dolor. El grupo *sham* no mostró esta mejoría. Además, se consiguió una mejora del control motor y la capacidad funcional en el grupo que recibe TMS debido a la activación de las áreas centrales. Serían los pacientes con LBP los que se benefician más de las entradas propioceptivas a la corteza sensorio motora inducidas por la TMS; aquellos con déficits de integración multisensorial y propioceptiva, es decir, con menor excitabilidad de los circuitos del área primaria de la corteza motora. Si bien el grupo *sham* consiguió un APA más rápido para la flexión bilateral de hombro tras la

intervención, el grupo RPMS mostró un APA del semitendinoso más rápido para la tarea de extensión unilateral de cadera, así como un mayor porcentaje del multifido estimulado tanto en la flexión como en la extensión de tronco, en ambos casos después del tratamiento.

La mejora o el deterioro de los ajustes posturales anticipatorios se mide a través de la electromiografía para los músculos correspondientes a las tareas que se soliciten. También se registra el desplazamiento del centro de presiones, que se estudia mediante la plataforma de fuerza. En condiciones normales, la aparición de los APAs se acompaña de un aumento en el desplazamiento del centro de presiones y una activación (registrada mediante electromiografía) de los músculos implicados. Conceição *et al.* (18) encontraron que los pacientes con inestabilidad crónica de tobillo presentaban un aumento excesivo de la actividad muscular durante las tareas antes del tratamiento. Este hallazgo podría explicar la rigidez articular y puede estar influenciado por el miedo a la recurrencia, a caídas... Así, se detectó un menor balanceo del CP que desemboca en un menor equilibrio para la tarea dinámica. Tras la sesión de entrenamiento que trabaja el equilibrio en el GT, aumentó el desplazamiento del CP y disminuyó la actividad de los músculos dorsales y ventrales del miembro inferior en apoyo durante la tarea dinámica. Se puede deber a mayor confianza de los sujetos en sus tobillos, ya sea por la realización previa de la tarea o por el entrenamiento realizado. En este caso, los individuos no realizaron ningún programa de ejercicios domiciliarios como en los casos anteriores. En el caso de la tarea estática con ojos abiertos se produjo una disminución del CP en el grupo GT tras la intervención, lo que nos lleva a pensar que una sola sesión de entrenamiento puede ser suficiente para provocar cambios y que el miedo de los pacientes a la recaída es parte importante de la discapacidad inicial. La primera vez que realizan la tarea no saben cómo va a ser y eso les produce ansiedad y les pone en tensión, mientras que la segunda vez tras la intervención ya conocen el ejercicio, lo han probado y se sienten más cómodos durante su realización. Se produjo una activación recíproca de los APAs y CPAs (ajustes posturales compensatorios) en la tarea con ojos abiertos. Al tratarse de un estudio con una sola sesión de intervención, se desconoce si estos cambios llegarían al resto de situaciones con más entrenamiento. No ocurrió en el caso de la tarea

estática con los ojos cerrados, ya que por mucho que se hubiera realizado previamente la actividad, al no ver no sabían qué iba a pasar y ese miedo se mantiene.

Como se expone en los resultados, Conceição *et al.* (18) detectaron una disminución de la actividad electromiográfica de los músculos ventrales en la segunda medición del grupo control. Sin embargo, no disminuyó la actividad de los músculos dorsales ni aumentó el desplazamiento del centro de presiones. Estos datos nos dan la pista para pensar que es la sesión de entrenamiento la que consigue dichos cambios en las estrategias de control postural, sobre todo en la fase compensatoria (CPA1). Pocas repeticiones de la tarea en cuestión pueden ser suficientes para mejorar la actividad, tanto de los músculos dorsales como ventrales. Además, se consiguió una mayor actividad para el grupo GT durante el periodo de CPA2 en el tibial anterior y el peroneo largo del miembro en apoyo. Esto implica una mejora del equilibrio, ya que ambos se activan por ser una actividad sinérgica a la inversión y eversión del tobillo, lo que resulta en una menor probabilidad de sufrir esguinces de forma recurrente; se trata de una estrategia de coactivación. Se desconoce si todas estas mejoras se mantienen en el tiempo, ya que el estudio realiza evaluaciones únicamente a lo largo de una semana.

La mejora de los APAs es mucho más efectiva con una estabilización neuromuscular dinámica que con una estabilización convencional en pacientes con ACV hemiparético crónico, como se observa en los resultados. Lee *et al.* (25) realizaron un seguimiento de 2 años sobre los sujetos, observando así que la mejora de la puntuación de la escala FES se mantuvo después de ese tiempo, disminuyendo el riesgo de caídas de estos individuos. La estabilización neuromuscular dinámica emplea mecanismos de control motor diferentes al otro método de estabilización. Tras el tratamiento, el grupo DNS mostró un APA más rápido para el músculo TrA u OI no parético, tanto en la flexión del hombro afecto como en la del no afecto. El grosor de estos músculos aumentó tras el tratamiento, así como la actividad electromiográfica de los mismos. Ambos datos se asocian y justifican que la causa de dichas mejoras en el tratamiento con DNS sea una estimulación mediada por los reflejos de las zonas torácicas. Además, los tiempos de inicio de los APAs son más rápidos en todos los músculos posturales del tronco tras

el tratamiento, excepto para uno. Estas mejoras exclusivas de la intervención con DNS en sujetos que presentan una patología neurológica nos lleva a suponer que las respuestas de los APAs se modulan en un nivel subcortical antes del movimiento voluntario, siendo así inconscientes y no son modificadas por un esfuerzo a nivel consciente. De esta forma, la estimulación neuromuscular dinámica mejora el equilibrio, el riesgo de caídas, la confianza del individuo en sí mismo y el movimiento del tronco. Sin embargo no se puede extrapolar a todos los casos con patologías neurológicas, ya que el estudio de Lee *et al.* (25) solo valora el movimiento y los músculos de las extremidades superiores. Convendría estudiar los miembros inferiores en este método de tratamiento y así poder contrastar los resultados con el entrenamiento motor comentado arriba.

Watanabe *et al.* (20) estudió en su artículo el estado de preparación en una tarea de pasos que implicaba una respuesta de elección. En este caso se trabajó con sujetos sanos que no presentaban patología alguna. El estímulo auditivo produjo un aumento del error de APA en la tarea CRT, dado que se prepara un APA para un movimiento que no es el que hay que llevar a cabo. De la misma forma, el estímulo provocó un aumento de APA inapropiado en la tarea GNG, porque se activa un APA para un movimiento que finalmente no se realiza. En el sujeto control no se observó desplazamiento del CP ni aumento del valor de EMG para el tibial anterior, lo que demuestra que los APAs solo se liberan cuando existe una planificación de pasos previa al movimiento. Estos resultados coinciden con lo que dice Lee *et al.* (25), por lo que los APAs se preparan en la región subcortical por adelantado, de forma inespecífica para una pierna u otra. Estos ajustes se preparan con el fin de evitar errores completos (caídas o desequilibrios) aun con el riesgo de suponer errores o inicios inapropiados de APA, lo que puede ser una estrategia compensatoria para una respuesta rápida. LAS (estímulo auditivo alto) desencadenaba involuntaria y automáticamente el APA preparado subcorticalmente, de forma que ciertas respuestas posturales que van intrínsecas a los APAs se podrían modificar mediante mecanismos corticales. Por su parte, los errores de APA suceden cuando se prepara un APA inapropiado en la tarea CRT (derecha o izquierda), pero también pueden aparecer siempre y cuando se prepare un APA en la tarea GNG y no se realice

después (flecha hacia abajo). En los casos en los que se inhibía el APA preparado y no se realizaba movimiento alguno (GNG), se produjo una disminución de la actividad del tibial anterior y del desplazamiento del centro de presiones, siendo aún menor la actividad del tibial cuando existía un error de preparación de APA. Esto nos indica que el músculo comienza a activarse y el cuerpo oscila antes de empezar el movimiento en cuestión. Tanto en la tarea CRT como GNG cuando se realiza un movimiento (sea acertado o no en su preparación), se observa un aumento del valor electromiográfico del tibial anterior y un desplazamiento posterior y mediolateral del CP hacia la pierna de *swing* en todos los casos excepto en el individuo control.

El tiempo de reacción del tibial anterior disminuía en gran cantidad cuando aparecía el estímulo auditivo según Watanabe *et al.* (20). Se producía una preparación del APA y LAS desencadenaba automáticamente el movimiento. La presencia del estímulo auditivo aumentaba los inicios inapropiados y los errores de APA en ambas tareas. Además, producía una disminución del valor de EMG del tibial anterior con o sin error de APA. Con el estímulo auditivo ausente, esta disminución fue mayor en los casos de error de APA que en los casos sin error. De esta forma, la actividad neural de preparación de APA y la de retener la liberación del mismo trabajan a la vez. Es por ello que los APAs, una vez preparados subcorticalmente, deben ser inhibidos hasta el momento adecuado en el inicio del paso de reacción de elección. La actividad subcortical preparatoria del APA se reduce al inicio del paso de reacción de elección, sobre todo por la actividad de la corteza prefrontal. Así, es muy probable que la corteza prefrontal activada por los procesos inhibitorios inhiba los APAs hasta el momento de su liberación. Watanabe *et al.* (20) no demostraron resultados concluyentes sobre la activación del esternocleidomastoideo, ya que se producía de manera variable e inconstante. Por tanto, no se da ninguna información relevante sobre la reacción de sobresalto, pudiendo ser la intensidad del estímulo auditivo la que marque su activación.

5.1. Limitaciones del Estudio

A pesar de los amplios resultados iniciales en la búsqueda bibliográfica, solo cinco artículos han cumplido con los criterios de inclusión y, por tanto, se han revisado a texto completo. Así, los resultados son escasos y muy heterogéneos, por las limitaciones de esta revisión sistemática: muestra pequeña en los artículos analizados, pacientes y patologías diversas, variables e instrumentos de medida muy desiguales y falta de variables estándar para los resultados. Todo ello supone grandes limitaciones a la hora de extraer conclusiones.

6. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en esta revisión sistemática, concluimos que:

- En condiciones normales, los APAs implican un aumento del desplazamiento del centro de presiones y del valor muscular electromiográfico. Deterioros de los APAs disminuyen ambos valores.
- Se considera suficiente una duración de 30-60 minutos en cada sesión de tratamiento para que este actúe y mejore dichos ajustes.
- El dolor lumbar crónico recurrente conlleva deterioro de los APAs en miembros inferiores, aumentando la fuerza sobre el lado en apoyo. Los sujetos son incapaces de diferenciar los requisitos de APA para cada tarea, usando siempre la misma estrategia de control postural. Se recomienda el tratamiento con un entrenamiento motor basado en la repetición de ejercicios de contracción.
- El tratamiento con SBT (*Stabilization Treatment*) o MSI (*Movement System Impairment*) para el dolor lumbar crónico, es ineficaz para adaptar la estrategia de APA y/o la carga en tareas que no se hayan entrenado.
- El tratamiento del dolor lumbar crónico recurrente mediante estimulación magnética transcraneal sobre el área primaria de la corteza motora, combinado con un entrenamiento motor, es muy eficaz. La activación de las áreas centrales conlleva resultados mantenidos en el tiempo.
- La recurrencia del dolor lumbar crónico se puede deber a la persistencia de los deterioros de APAs tras el tratamiento, a pesar de las mejoras clínicas.
- Una sesión de entrenamiento del equilibrio y repetición de los ejercicios parece ser suficiente para provocar cambios en las estrategias de control postural y estrategias de coactivación, mejorando así los APAs.
- La estimulación neuromuscular dinámica en pacientes neurológicos con deterioro de los APAs consigue una gran mejoría de los valores de estos ajustes, debido a su estimulación mediada por los reflejos de las zonas torácicas.

- Los APAs se preparan antes del movimiento y de forma inespecífica a nivel subcortical, con el fin de evitar errores completos, siendo esto una estrategia compensatoria. Los ajustes son inhibidos por la corteza prefrontal hasta el momento de su ejecución.
- Ciertas respuestas posturales mediadas y provocadas por los APAs podrían ser modificadas a través de mecanismos corticales.
- Los estímulos auditivos desencadenan de forma involuntaria y automática los ajustes posturales anticipatorios.
- Conocer los ajustes posturales anticipatorios, su disfunción y tratamiento en cada caso podría ayudar a mejorar otros déficits o limitaciones de los sujetos y podría facilitar la rehabilitación.
- Futuras investigaciones se deberían centrar en estudiar los cambios mantenidos a largo plazo, el número de sesiones y el tiempo de tratamiento adecuado, las diferentes técnicas más apropiadas en cada caso y la implicación que tiene su trabajo en adultos desde la fisioterapia.

7. TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Resultados de la búsqueda bibliográfica.

<i>Estrategia de búsqueda</i>	<i>Fuentes de información</i>	<i>Resultados</i>
"APAs" AND "physical therapy" NOT "parkinson"	PubMed	13
	Sport Discuss	26
	PEDro	3
	Science Direct	109

Tabla 2. Resultados tras revisar título, resumen y eliminar duplicados.

<i>Fuentes de información</i>	<i>Resultados</i>
PubMed	9
Sport Discuss	9
PEDro	1
Science Direct	9

Figura 1. Diagrama de flujo para la selección de los artículos.

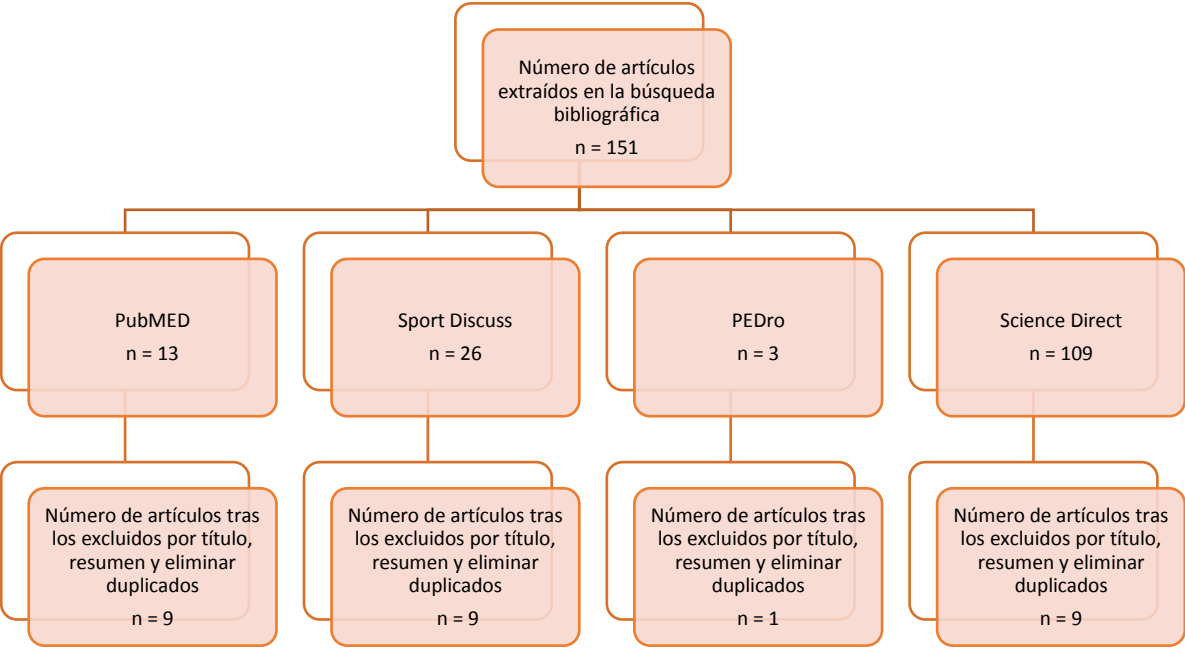


Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA.

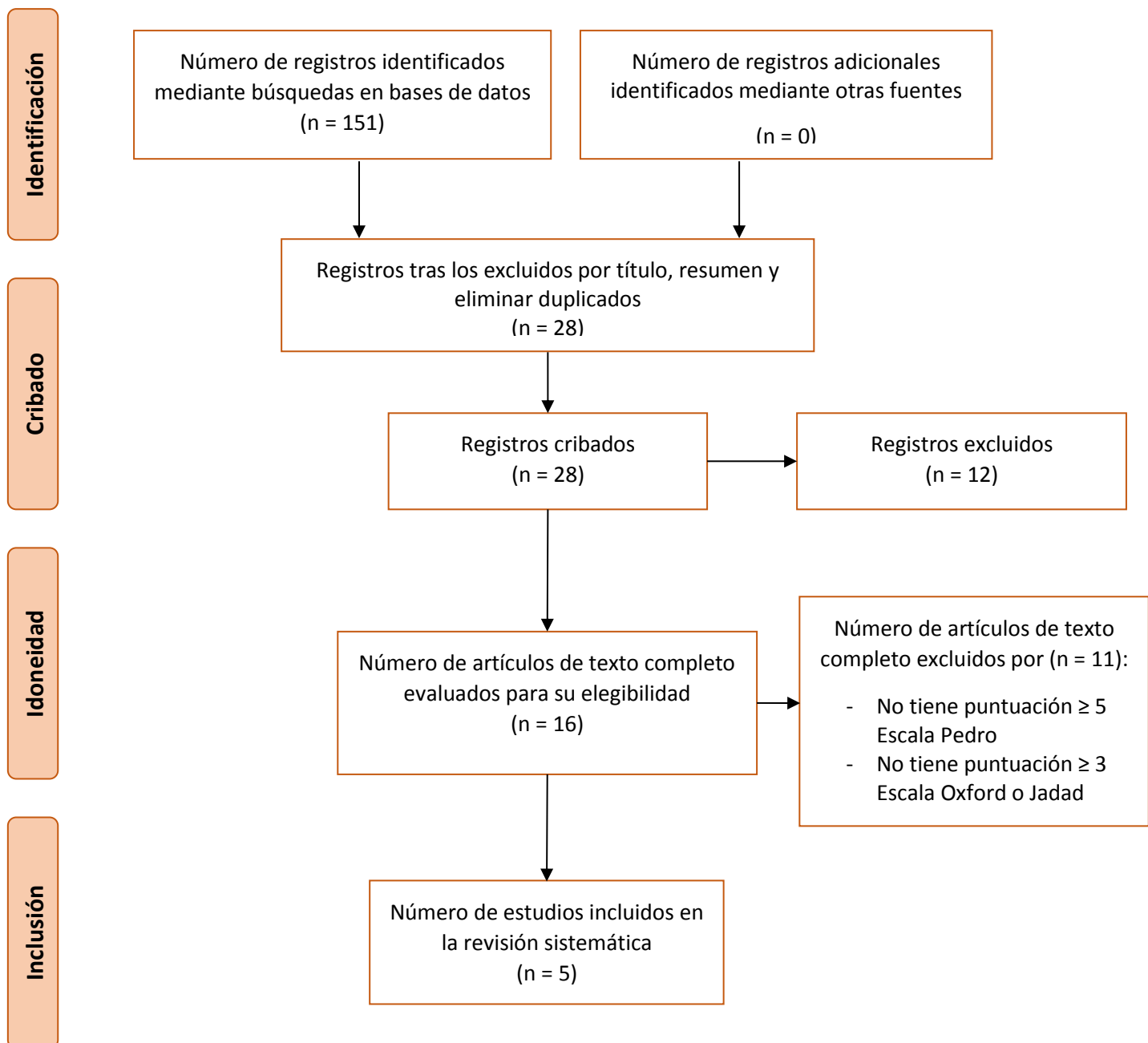


Tabla 3. Clasificación de los artículos según la escala *Pedro* (11).

	Criterios de elección especificados	Grupos asignados al azar	Asignación oculta	Grupos similares al inicio	Cegamiento de los sujetos	Cegamiento de los terapeutas	Cegamiento de los evaluadores	Medidas de resultado clave obtenidas >85% sujetos	Análisis por intención de tratar	Comparación entre grupos informada	Variabilidad y medidas puntuales	PT
Mille et al. (2014) ¹³	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	8/10
Mohapatra et al. (2014) ¹⁴	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	6/10
Voglar et al. (2014) ¹⁵	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	8/10
Lomond et al. (2015) ¹⁶	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	8/10
Scariot et al. (2016) ¹⁷	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	8/10
Conceição et al. (2016) ¹⁸	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	9/10
Su et al. (2016) ¹⁹	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	6/10
Watanabe et al. (2016) ²⁰	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	8/10
Forghani et al. (2017) ²¹	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	6/10
Massé-Alarie et al. (2017) ²²	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	9/10
Piscitelli et al. (2017) ²³	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	6/10
Watanabe et al. (2017) ²⁴	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	6/10
Lee et al. (2018) ²⁵	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	8/10
Oliveira et al. (2018) ²⁶	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	6/10
Tsai et al. (2018) ²⁷	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	8/10
Lima et al. (2019) ²⁸	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	6/10

Tabla 4. Clasificación de los artículos según la escala *Jadad* (12).

	¿El estudio se describe como aleatorizado?	¿Se describe el método de aleatorización y es adecuado?	¿El estudio se describe como doble ciego?	¿Se describe el método de cegamiento y es adecuado?	¿Hay descripción de las pérdidas de seguimiento y abandono?	Puntuación Total
Mille et al. (2014) ¹³	NO	NO	NO	NO	SI	1/5
Mohapatra et al. (2014) ¹⁴	NO	NO	NO	NO	SI	1/5
Voglar et al. (2014) ¹⁵	NO	SI	NO	NO	SI	2/5
Lomond et al. (2015) ¹⁶	SI	SI	NO	NO	SI	3/5
Scariot et al. (2016) ¹⁷	NO	NO	NO	NO	SI	1/5
Conceição et al. (2016) ¹⁸	SI	SI	NO	NO	SI	3/5
Su et al. (2016) ¹⁹	NO	NO	NO	NO	SI	1/5
Watanabe et al. (2016) ²⁰	NO	SI	NO	SI	SI	3/5
Forghani et al. (2017) ²¹	NO	SI	NO	NO	SI	2/5
Massé-Alarie et al. (2017) ²²	SI	SI	NO	NO	SI	3/5
Piscitelli et al. (2017) ²³	NO	NO	NO	NO	SI	1/5
Watanabe et al. (2017) ²⁴	NO	NO	NO	NO	SI	1/5
Lee et al. (2018) ²⁵	SI	NO	NO	SI	SI	3/5
Oliveira et al. (2018) ²⁶	NO	SI	NO	NO	SI	2/5
Tsai et al. (2018) ²⁷	NO	NO	NO	NO	SI	1/5
Lima et al. (2019) ²⁸	NO	SI	NO	NO	SI	2/5

Tabla 5. Resultados y características más relevantes de los estudios.

ARTÍCULOS	Lomond et al. ¹⁶ (2015)	Massé-Alarie et al. ²² (2017)	Conceição et al. ¹⁸ (2016)	Lee et al. ²⁵ (2018)	Watanabe et al. ²⁰ (2016)
PARTICIPANTES	N = 48 Edad: 21-55 años Patología: dolor lumbar crónico recurrente no específico (CLBP)	N = 21 Edad: ≥ 18 años Patología: dolor lumbar crónico recurrente	N = 44 Edad: 18-30 años Patología: inestabilidad crónica tobillo (CAI)	N = 28 Edad: ≥ 18 años Patología: ACV hemiparético crónico	N = 13 Edad: ≥ 18 años No patología
DISEÑO DEL ESTUDIO Y ALEATORIZACIÓN	ECCA prospectivo Evaluador ciego	ECCA Asignación aleatoria	ECCA Ciego simple	ECCA pretest-postest Ciego simple	ECCA
	3 grupos: No LBP = 15 LBP = 33 STB = 12 MSI = 21	RPMS: 11 Sham: 10	2 grupos: GT = 22 GC = 22	2 grupos: GC = 14 DNS = 14	GNG: 8 CRT: 4 1 control
	Evaluación al inicio y final ttº	Evaluación antes 1ª sesión y tras la última.	Evaluación al inicio y final ttº	Evaluación al inicio y final ttº	_____
	2 mov voluntarios MI izq, 4 rep, 2": SLR y ULR <i>Análisis secundario efectos ttº en LBP:</i> Coordinación postural voluntaria balística = 56 Levantamiento MMII con/sin apoyo = 33 Tarea balística = 23 Evaluación respuestas posturales automáticas = 68	2 tareas: Mov focal: tras tono auditivo. Flex bilateral hombro de pie (10 ensayos) y ext unilateral cadera desde 10º flexión a posición neutra (5 ensayos) Mov tronco: máxima flex tronco con mínima flex rodilla, de pie y vuelta a posición inicial. 5 rep manteniendo 3" Seguimiento 1 mes	GT: 1 sesión 30' entrenamiento GC: no entrenamiento	Ambos grupos pasan TIS, BBS, FES y se mide EMG el tiempo de inicio y tiempo de APA de músculos EO, TrA/OI, ES y AD. Seguimiento 2 años	LAS simultáneo al estímulo visual en 25% pruebas aleatoriamente

INTERVENCIÓN

6 semanas ttº, 3-6 días/semana, 45-60' cada sesión + ejercicios en casa.	1 semana ttº, 3 sesiones. 2h ejercicios domiciliarios diarios.	Ambos grupos realizan 2 tareas antes ttº: 30' entrenar equilibrio GT o 30' descanso GC.	4 semanas ttº, 5 veces/semana, 30' cada sesión. 20 sesiones.	13 bloques formados por 20 intentos cada uno de 10".
	Ejercicio en casa: entrenamiento motor. Contracción isométrica MF lumbar profunda 10". 3 series, 2 rep, 2 veces/día. Supervisa y corrige fisioterapeuta en sesiones.	1. <u>Estática</u> : equilibrio monopodal. OA y OC. 5 veces cada una, 10". 2. <u>Dinámica</u> : investigar APAs y CPAs durante perturbaciones internas y externas. Monopodal, chutar bola entre 2 varillas. 5 veces.		Punto negro en pantalla 6-7" y después estímulo visual 3-4". En 25% LAS simultáneo.
STB incluye: - Control motor músc tronco profundo - Fortalecimiento músc tronco con esfuerzos submáximos repetidos - Folleto educación MSI incluye: - Educación patrones mov y posturas AVDs - Ej modificar mov y posturas específicos tronco sin dolor - Modificaciones activ funcional No LBP: una medición	RPMS: TMS en M1 contralateral a MF estimulado. Pacientes en prono. Unilateral (dcho o patológico). 20Hz durante 20', 30 contracciones 10" con 30" descanso. 35-40% potencia máxima. <i>Sham</i> : igual pero sin TMS en M1. Pacientes escuchan ruido y sienten → sin efecto.	GC: descansan 30' y repiten tareas. GT: entrenamiento 30'. Incluye: - 2' calentar pie - 20' equilibrio. Chutar pelota bipodal rígida, monopodal rígida, bipodal inestable, monopodal inestable, monopodal oblicuo inestable. 15 veces cada condición - 10' descanso Ambos grupos repiten las tareas iniciales.	GC incluye: - Ombligo arriba y adentro durante contracción músculos abdominales profundos 5". No movim pélvico - Flexo-ext hombro y caderas en sedestación y bipedestación durante contracción TrA DNS incluye: - Respiración contra mano terapeuta en abdomen 5". Expansión antero-lateral esternón y costillas 10-12, diafragma a caudal y ampliación espacios intercostales - Flexo-ext hombro y caderas en sedestación y bipedestación regulando núcleo y diafragma con activación coordinada musculatura	GNG: 10 flechas hacia arriba y 10 hacia abajo al azar. Mover MI arriba si corresponde y no mover en flecha hacia abajo CRT: 10 flechas hacia derecha y 10 hacia izquierda al azar. Mover MI correspondiente Control: 20 flechas hacia arriba. No mover

VARIABLES DEL ESTUDIO	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora función y disminución síntomas pc emparejados frente no emparejados en corto periodo (7 semanas) y largo (12 semanas) de tiempo - Eficacia ttº STB y MSI para modificar deficiencias APA en LBP a corto plazo (7 semanas) - Covariable: IMC 	<ul style="list-style-type: none"> - APA de MF y ST - Plasticidad cortical motora - Actividad M1 durante función - EMG MF superficiales, ST y DA - Intensidad LBP para dolor espontáneo y dolor medio - Discapacidad funcional - Miedo al movimiento o nueva lesión 	<ul style="list-style-type: none"> - Suma actividad EMG músculos MI en apoyo, en intervalos típicos APAs y CPAs - Desplazamiento CP en tareas estáticas y dinámicas - Actividad EMG íntegra cada músculo - Entrenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo APA para EO, TrA/OI, ES y AD bilaterales en flexión rápida hombro - Control movimiento tronco - Rendimiento del equilibrio - Miedo a caerse 	<ul style="list-style-type: none"> - Estado preparatorio APA en paso de reacción de elección - Presencia APA según actividad EMG TA - Tiempo reacción de señal EMG de TA y SCM - Activación movimiento preparado por LAS - Desplazamiento CP - Respuestas de sobresalto a través EMG de SCM
INSTRUMENTOS DE MEDIDA	<ul style="list-style-type: none"> - Puntuación ODI - Puntuación <i>Numeric Pain Ratings</i> (NPR) - Plataforma fuerza - Electromiografía 	<ul style="list-style-type: none"> - Electromiografía - Estimulación magnética transcraneal (TMS) - Cuestionario actividad física global (SCIF) - Escala analógica visual (EVA) - Índice de discapacidad de Oswestry (ODI) - Escala funcional específica del paciente (PSFS) - Escala de Kinesiofobia de Tampa (TSK) 	<ul style="list-style-type: none"> - Escala CAIT (0-30) - Plataforma fuerza - Electromiografía - Acelerómetro 	<ul style="list-style-type: none"> - Electromiografía - Escala de deterioro del tronco (TIS) - Balanza de equilibrio de Berg (BBS) - Escala de eficacia de caídas (FES) 	<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma de fuerza - Electromiografía

RESULTADOS

<p>Mayor IMC MSI frente STB. LBP puntuaciones mayores ODI y NPR que no LBP antes ttº. STB y MSI puntuaciones ODI y NPR menores tras ttº.</p> <p>LBP deficiencias APA en ULR y SLR.</p> <p>No LBP mayor amplitud F_z e inicio contralateral ULR que SLR. No diferencia significativa inicio F_z entre grupos.</p> <p>Porcentaje inicio F_z mayor en todos grupos y tareas después ttº.</p> <p>LBP fase PRE menor EMG en TA izquierdo que no LBP. Fase MOVE, LBP más activación bilateral EO, ES, IO y RA que no LBP.</p>	<p>Abandona un participante cada grupo (N = 19). Un participante RPMS abandona y se retiran resultados.</p> <p>Sham S3 APA flex bilat hombro más rápido que S1. RPMS S3 APA ST ext unilat cadera más rápido que S1. RPMS mayor proporción MF para flex y ext tronco en S3 que S1. RPMS mayor proporción MF ext tronco en lado estimulado en S3 que S1. RPMS mayor SCIF en S3.</p> <p>RPMS reducción prolongada dolor espontáneo tras 1ª sesión y antes de 3ª; y del dolor promedio tras ttº.</p> <p>RPMS menor ODI tras ttº y seguimi (discapacidad).</p> <p>Mayor PSFS tras ttº. No diferencia TSK.</p>	<p>No diferencias significativas entre variables antes entrenamiento. Tras sesión, GT disminuye balanceo CP tarea estática OA. Mayor desplazam CP tarea dinámica GT tras sesión, sobre todo APA. No diferencias GC pre y post entrenamiento.</p> <p>No diferencias en tiempo de chute. Menor EMG CPA1 post-sesión músculos dorsales y ventrales MI apoyo; GC solo en ventrales.</p> <p>Mayor EMG TA y PL en CPA2 tras entrenamiento.</p>	<p>DNS más efectivo mejorar APA.</p> <p>DNS menor tiempo APA todos músculos excepto uno tras ttº.</p> <p>Mayor EMG TrA/IO, más grosor muscular y estabilidad central en DNS.</p> <p>DNS y GC mejoran TIS y BBS tras ttº.</p> <p>Disminución miedo caerse en DNS tras ttº incluso 2 años después.</p> <p>Puntuación FES menor tras ttº en DNS, mejora que mantiene 2 años seguimiento. GC mejora puntuación tras ttº, pero no mantiene 2 años.</p> <p>Ambos grupos mejoran control tronco, equilibrio y miedo a caída tras ttº, siendo mantenida y mayor en DNS.</p>	<p>Todos pasos, excepto en control, con estallido EMG TA, movimiento posterior y mediolat CP hacia MI swing.</p> <p>LAS aumenta error APA en CRT e inicio inapropiado en GNG.</p> <p>TA menor en LAS con y sin error APA. Sin LAS, TA menor en error APA que sin error.</p> <p>LAS reduce TR TA, siendo menor en error APA.</p> <p>Errores e inicio inapropiado APA en LAS y no LAS en todos casos. Más con LAS tanto en GNG como CRT.</p> <p>Activación SCM inconstante y variable en todos casos.</p>
---	--	--	---	---

ECCA (ensayo clínico controlado aleatorizado), STB (*Stabilization Treatment*), MSI (*Movement System Impairment*), ttoº (tratamiento), SLR (*supported leg raise*), ULR (*unsupported leg raise*), TA (tibial anterior), OE (oblicuo externo), OI (oblicuo interno), ES (erector de la columna), RA (recto abdominal), RPMS (*Repetitive Peripheral Magnetic Neurostimulation*), M1 (área primaria de la corteza motora), ST (semitendinoso), DA (deltoides anterior), GT (grupo entrenamiento), GC (grupo control), OA (ojos abiertos), OC (ojos cerrados), CP (centro de presiones), PL (peroneo largo), DNS (*Dynamic Neuromuscular Stabilization*), TrA (transverso del abdomen), GNG (*go/no-go*), CRT (*choice reaction time*), LAS (estímulo auditivo alto), SCM (esternocleidomastoideo), TR (tiempo de reacción).

BIBLIOGRAFÍA

1. González Vila V. Efectividad de la intervención fisioterápica en el control de tronco en relación con el alcance en un adolescente con tetraplejía espástica. Caso clínico [trabajo fin de grado en Internet]. Universidad da Coruña; 2018 [citado 7 de mayo de 2019]. Recuperado a partir de:
https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/21102/Gonz%C3%A1lezVila_Vanesa_TFG_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y
2. Muñoz Paredes I. Control postural [Internet]. Universidad Autónoma de Madrid; 2018 [citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de:
<https://www.studocu.com/es/u/2396370>
3. Recupera C. Terapia física y neurológica [Internet]. [Citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de: <http://centrorecupera.com/>
4. Martín Noguerras AM. Bases neurofisiológicas del equilibrio postural [tesis doctoral en Internet]. Universidad de Salamanca; 2002-2004 [citado 7 de mayo de 2019]. Recuperado a partir de:
<https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/115263/1/NeurofisiologiaEquilibrioPostural.AMMartin.pdf>
5. Guerra A. El equilibrio en pacientes con daño cerebral. Téxum Fisioterapia [Internet]. [Citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de:
<https://www.texum.es/wordpress/equilibrio-pacientes-dano-cerebral/>
6. Salvadó Escarramán C. Evaluación y reeducación de la función de equilibración. Fisiofocus [Internet]. 2017 [citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de: <https://www.fisiofocus.com/es/articulos>
7. Fisioterapia en las afecciones neurológicas. Fisiofocus [Internet]. 2015 [citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de:
<https://www.fisiofocus.com/es/articulos>
8. Plasticidad cerebral y fisioterapia neurológica. Neuraxis [Internet]. 2017 [citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de:
<http://neuraxis.es/fisioterapia-neurologica/>
9. Concepto Bobath. Fisioterapia Neurológica [Internet]. [Citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de:
<http://www.fisioterapianeurologica.es/>

10. Manterola C, Astudillo P, Arias E, Claros N, MINCIR G. Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. Elsevier [Internet]. 2013;91(3):137-208 [citado 7 de mayo de 2019]. Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-cirugia-espanola-36-articulo-revisiones-sistematicas-literatura-que-se-S0009739X11003307>
11. PEDro. Physiotherapy Evidence Database [Internet]. [Citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de: <http://www.pedro.org.au/spanish/faq/>
12. Olivo S, Macedo L, Gadotti I, Fuentes J, Stanton T, Magee D. Scales to assess the quality of randomized controlled trials: a systematic review. Physical Therapy [Internet]. 2008;88(2):156-75 [citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18073267>
13. Mille M, Simoneau M, Rogers M. Postural dependence of human locomotion during gait initiation. Journal of Neurophysiology [Internet]. 2014;112(12):3095-3103 [citado 7 de mayo de 2019]. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25231611>
14. Mohapatra S, Kukkar K, Aruin A. Support surface related changes in feedforward and feedback control of standing posture. Journal of Electromyography and Kinesiology [Internet]. 2014;24(1):144-152 [citado 7 de mayo de 2019]. Recuperado de: [https://www.sciencedirect-com.cuarzo.unizar.es:9443/science/article/pii/S1050641113002472](https://www.sciencedirect.com/cuarzo.unizar.es:9443/science/article/pii/S1050641113002472)
15. Voglar M, Sarabon N. Kinesio taping in young healthy subjects does not affect postural reflex reactions and anticipatory postural adjustments of the trunk: a pilot study. Journal of Sports Science and Medicine [Internet]. 2014;13(3):673-679 [citado 7 de mayo de 2019]. Recuperado de: [http://web.a.ebscohost.com.roble.unizar.es:9090/ehost/detail/detail?vid=2&sid=18d21918-7e52-415f-b96d-52f516fe575e%40sdc-v-sessmgr04&bdata=JmxvZ2luLmFzcCZsYW5nPWVzJnNpdGU9ZWVhc3QtbGl2ZQ%3d%3d#AN=97753454&db=s3h](http://web.a.ebscohost.com/roble.unizar.es:9090/ehost/detail/detail?vid=2&sid=18d21918-7e52-415f-b96d-52f516fe575e%40sdc-v-sessmgr04&bdata=JmxvZ2luLmFzcCZsYW5nPWVzJnNpdGU9ZWVhc3QtbGl2ZQ%3d%3d#AN=97753454&db=s3h)

16. Lomond K, Jacobs J, Hitt J, Desarno M, Bunn J, Henry S. Effects of low back pain stabilization or movement system impairment treatments on voluntary postural adjustments: a randomized controlled trial. *Spine Journal* [Internet]. 2015;15(4):596-606 [citado 7 de mayo de 2019]. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25452017>
17. Scariot V, Rios J, Claudino R, dos Santos E, Angulski H, dos Santos M. Both anticipatory and compensatory postural adjustments are adapted while catching a ball in unstable standing posture. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [Internet]. 2016;20(1):90-97 [citado 7 de mayo de 2019]. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26891642>
18. Conceição J, De Araújo F, Santos G, Keighley J, Dos Santos M. Changes in postural control after a ball-kicking balance exercise in individuals with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training* [Internet]. 2016;51(6):480-490 [citado 7 de mayo de 2019]. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27295488>
19. Su I, Chow D. Anticipatory postural adjustments in standing reach tasks among middle-aged adults with diplegic cerebral palsy. *Journal of Motor Behavior* [Internet]. 2016;48(4):309-318 [citado 7 de mayo de 2019]. Recuperado de: <http://web.b.ebscohost.com/roble.unizar.es:9090/ehost/detail/detail?vid=2&sid=f6db42e8-957a-4267-9063-a7a17947f241%40pdc-v-sessmgr02&bdata=JmxvZ2luLmFzcCZsYW5nPWVzJnNpdGU9ZWwhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#AN=116101117&db=s3h>
20. Watanabe T, Ishida K, Tanabe S, Nojima I. Preparatory state and postural adjustments strategies for choice reaction step initiation. *Neuroscience* [Internet]. 2016;332:140-148 [citado 7 de mayo de 2019]. Recuperado de: <https://www-sciencedirect-com.cuarzo.unizar.es:9443/science/article/pii/S0306452216302949>

21. Forghani A, Preuss R, Milner T. Effects of amplitude and predictability of perturbations to the arm on anticipatory and reactionary muscle responses to maintain balance. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [Internet]. 2017;35:30-39 [citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de: <https://www.sciencedirect-com.cuarzo.unizar.es:9443/science/article/pii/S1050641116300888>
22. Massé-Alarie H, Beaulieu L, Preuss R, Schneider C. Repetitive peripheral magnetic neurostimulation of multifidus muscles combined with motor training influences spine motor control and chronic low back pain. *Clinical Neurophysiology* [Internet]. 2017;128(3):442-453 [citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de: <https://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/50187>
23. Piscitelli D, Falaki A, Solnik S, Latash M. Anticipatory postural adjustments and anticipatory synergy adjustments: preparing to a postural perturbation with predictable and unpredictable direction. *Experimental Brain Research* [Internet]. 2017;235(3):713-730 [citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27866261>
24. Watanabe T, Saito K, Ishida K, Tanabe S, Nojima I. Auditory stimulus has a larger effect on anticipatory postural adjustments in older than Young adults during choice step reaction. *European Journal of Applied Physiology* [Internet]. 2017;117(12):2409-2423 [citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de: <http://web.b.ebscohost.com.roble.unizar.es:9090/ehost/detail/detail?vid=3&sid=e7c58c23-ea4d-4cea-9bce-b084c43aa0f5%40sessionmgr103&bdata=JmxvZ2luLmFzcCZsYW5nP WVzJnNpdGU9ZWwhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#AN=126307931&db=s3h>
25. Lee N, You J, Yi C, Jeon H, Choi B, Lee D et al. Best core stabilization for anticipatory postural adjustment and falls in hemiparetic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [Internet]. 2018;99(11):2168-2174 [citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de: <https://www.sciencedirect-com.cuarzo.unizar.es:9443/science/article/pii/S0003999318301163>

26. Oliveira D, Nardini A, Alouche S, Garbus R, Freitas S. Target height affects the symmetry of the postural adjustments after (but not prior) the onset of reaching movements in upright standing. *Neuroscience Letters* [Internet]. 2018;666:181-185 [citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de: [https://www.sciencedirect-com.cuarzo.unizar.es:9443/science/article/pii/S0304394017310509](https://www.sciencedirect.com/cuarzo.unizar.es:9443/science/article/pii/S0304394017310509)
27. Tsai W, Lien H, Liu W, Guo S, Lin Y, Yang T. Early and anticipatory postural adjustments in healthy subjects under stable and unstable sitting conditions. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [Internet]. 2018;43:21-27 [citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Early+and+anticipatory+postural+adjustments+in+healthy+subjects+under+stable+and+unstable+sitting+conditions>
28. Lima C, Alouche S, Baldan A, de Freitas P, Freitas S. Influence of target uncertainty on reaching movements while standing in stroke. *Human Movement Science* [Internet]. 2019;64:283-295 [citado 8 de mayo de 2019]. Recuperado de: <https://www.sciencedirect-com.cuarzo.unizar.es:9443/science/article/pii/S0167945717309430>